VVVF インバータ実験装置

MG-ID-121P （1.5kW 三相誘導電動機×1kW 直流発電機＋実験装置盤）

MG-ID-221P （2.2kW 三相誘導電動機×2kW 直流発電機＋実験装置盤）

取扱説明書

お願い

この取扱説明書は、実際に御使用になられる方のお手元にも必ず届くよう、お取り計らい下さい。

株式会社 精工社製作所

MG-ID-□21P　IN No.4152

1.もくじ

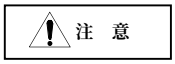
1. もくじ ---------- 1
2. 安全上の御注意 ---------- 2
3. 警告ラベル貼付位置 ---------- 4
   実験装置盤 ---------- 4
   電動機、動力計 ---------- 5
4. 定格仕様 ---------- 6
   電動発電機 ---------- 6
   実験装置盤 ---------- 7
5. 実験装置器機配置 ---------- 8
6. 盤面取付器機の配線 ---------- 9
7. 電源入力端子台 ---------- 11
8. インバータ ---------- 12
9. 三相誘導電動機 [無負荷試験] ---------- 16
10. 三相誘導電動機 [負荷試験] ---------- 18
11. 直流複巻発電機 [無負荷飽和特性試験(他励)] ---------- 20
12. 直流分巻発電機 [無負荷飽和特性試験(他励)] ---------- 22
13. 直流分巻電動機 [自励特性試験] ---------- 24
14. 直流複巻発電機 [負荷特性試験] ---------- 26
15. 直流分巻発電機 [負荷特性試験] ---------- 28

2.安全上の御注意

据付、運転、保守、点検の前に必ずこの取扱説明書とその他の付属書類をすべてについて熟読し、正しく御使用ください。機器の知識、安全の情報、そして注意事項の全てについて習熟してから御使用ください。

この取扱説明書では、安全注意事項のランクを「高度の危険」、「危険」、「注意」として区分してあります。

高度の危険	取扱を誤った場合に、極度に危険な状況が起こりえて、死亡又は重傷を受ける可能性が想定される場合。
危　険	取扱を誤った場合に、危険な状況が起こりえて、死亡又は重傷を受ける可能性が想定される場合。
注　意	取扱を誤った場合に、危険な状況が起こりえて、中程度の傷害や軽傷を受ける可能性が想定される場合及び物的損害のみの発生が想定される場合。

 に記載した事項でも、状況によっては重大な結果に結びつく可能性があります。
いずれも重要な内容を記載しておりますので、必ず守って下さい。

2.安全上の御注意

危　険

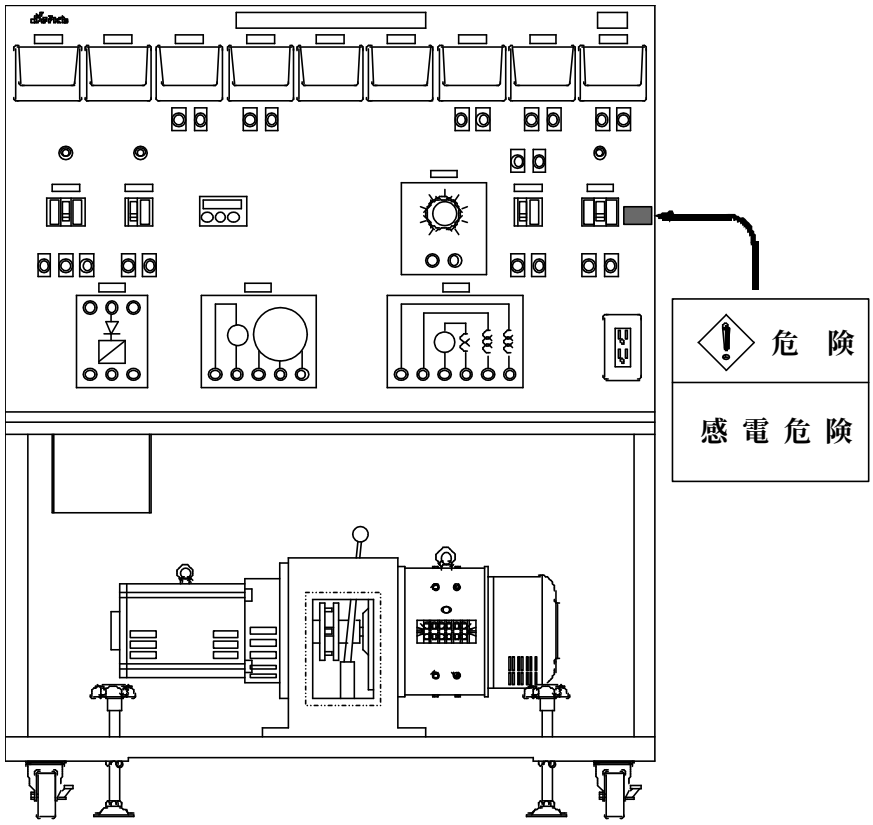
- 危険な為、運搬したり据え付ける場合は、本体の下に手や足を絶対に入れないで下さい。
- 感電の危険がある為、配線工事をする場合は電源を必ず切り、確認の後に工事を行って下さい。
- 火災の危険がある為、水滴の掛かった状態での運転は絶対にしないで下さい。
- 感電の危険がある為、濡れた手での操作は絶対にしないで下さい。
- 感電の危険がある為、電気回路、器具等の保守点検を行う場合は電源を「OFF」にして行って下さい。
- クラッチカップリングを入り・切りする場合は、回転が完全に停止している事を確認の上行って下さい。

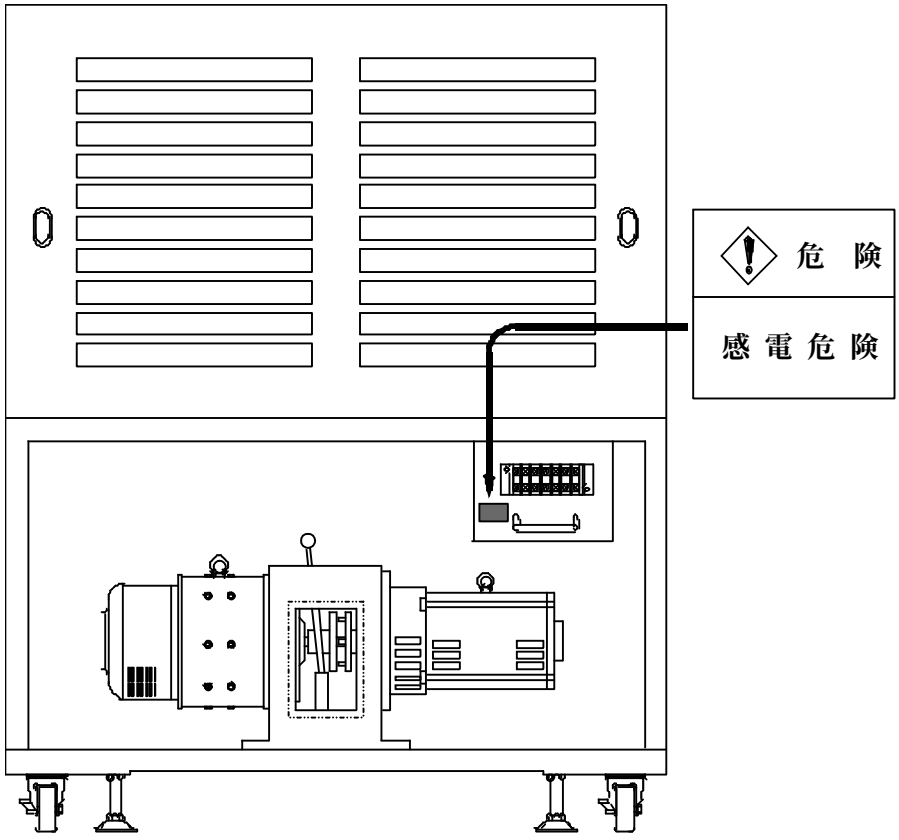
注　意

- 感電を防ぐ為、アース端子を接地して下さい。
- 本器への損傷を防ぐ為、抵抗器又は変圧器のタップ位置は正当な理由のない限り変更しないで下さい。
- 転倒の恐れがある為、キャスタ付機器の上に乗らないで下さい。
- 正当な理由のない限り分解、組立は行わないで下さい。
- 安全を確保する為、警告ラベルが剥がれたり汚損した場合は新しい物と取り換えて下さい。

3.警告ラベル貼付位置

図中の■ は警告ラベルを表します。

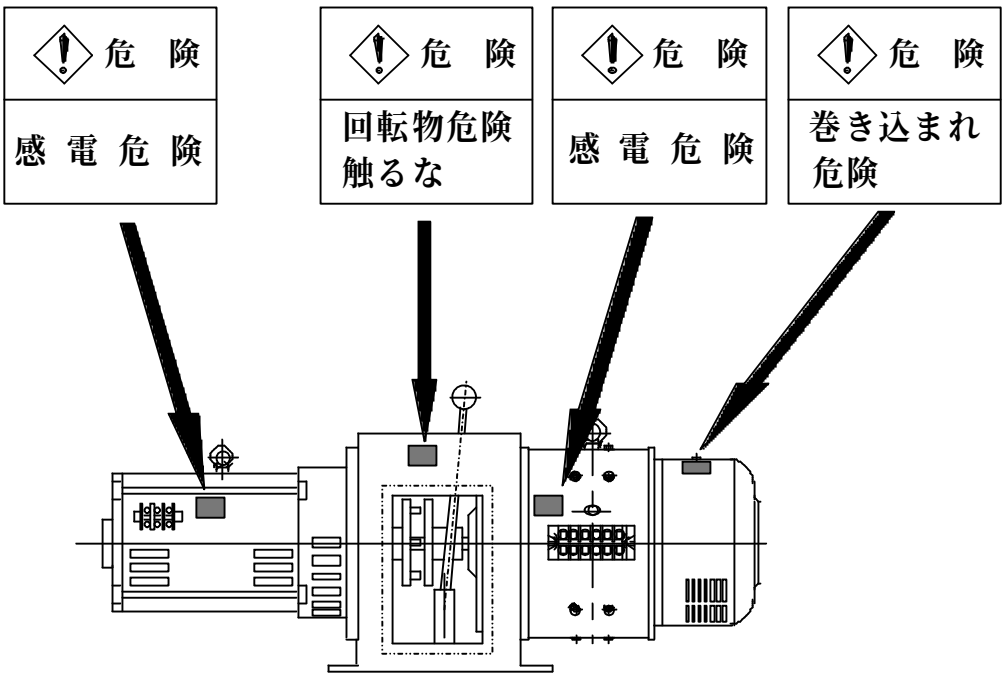




※ 図は警告ラベルの貼付位置を示したもので、形式、盤面形状により異なる場合があります。

3.警告ラベル貼付位置

図中の■ は警告ラベルを表します。



- □　警告ラベル（巻き込まれ危険）は防滴板上部に貼り付け。
- □　警告ラベル（感電危険）は端子台上方に貼り付け。
- □　警告ラベル（回転物危険触るな）は直結枠上部の前後に貼り付け。

4.定格仕様

■ 電動発電機

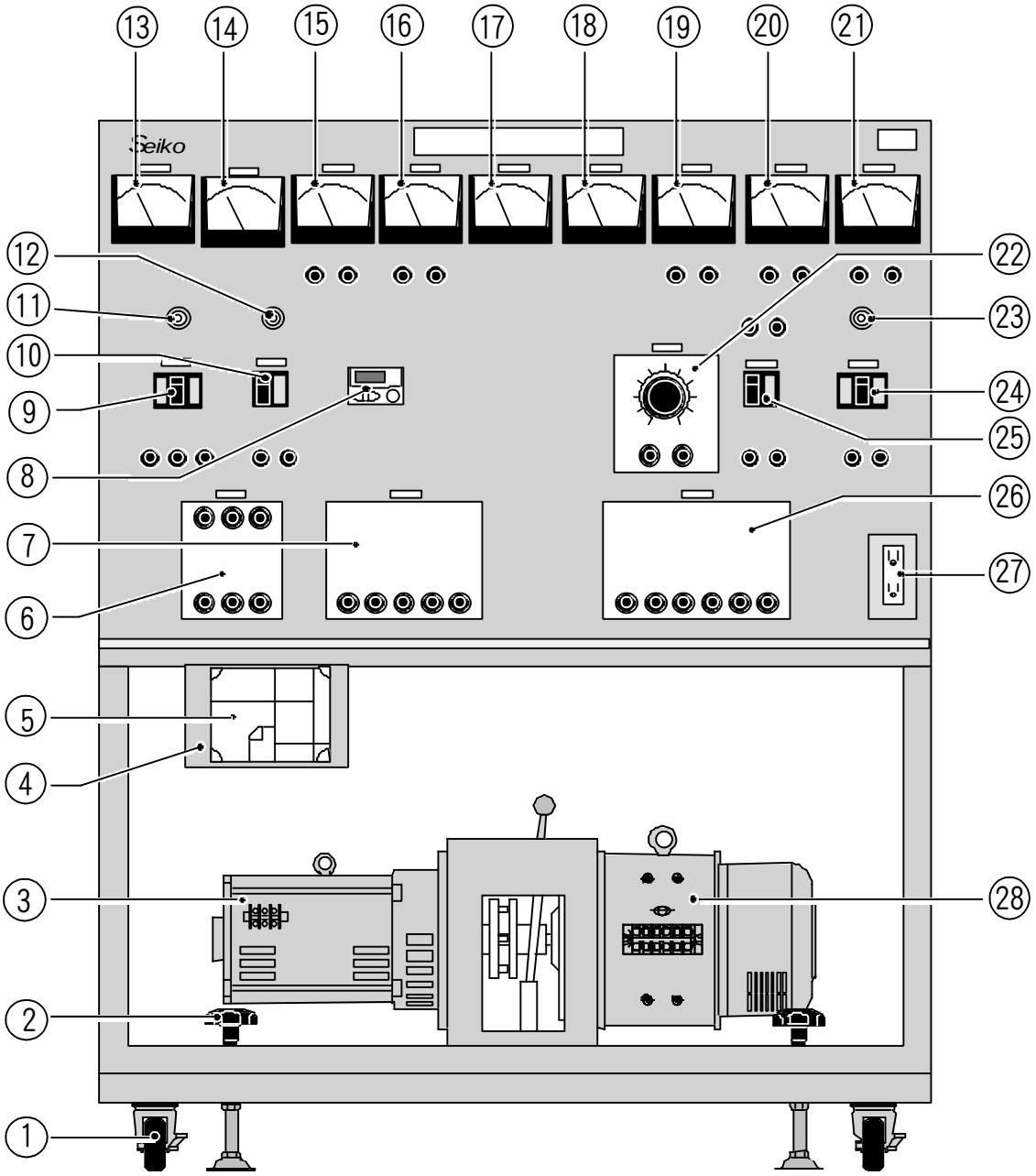
形式	MG-ID-121P		MG-ID-221P	
	電動機	発電機	電動機	発電機
機種	かご形誘導	直流	かご形誘導	直流
容量	1.5 kW	1 kW	2.2 kW	2 kW
極数	4 P	4 P	4 P	4 P
回転速度	1500/1800 min^{-1}	1500/1800 min^{-1}	1500/1800 min^{-1}	1500/1800 min^{-1}
電圧	200/220 V	100 V	200/220 V	100 V
電流	6.8/6.0 A	10 A	9.6/8.6 A	20 A
巻線方式	かご形	複巻/分巻	かご形	複巻/分巻
周波数	50/60 Hz	―	50/60 Hz	―
相数	3 φ	―	3 φ	―
時間定格	連続	連続	連続	連続
枠番号	SI-2BF	SS-1.2D	SI-3BF	SS-1.5D

4.定格仕様

■ 実験装置盤

機器名		MG-ID-121P	MG-ID-221P
三相 200V 電源電圧計		AC 0～300V	AC 0～300V
直流 100V 電源電圧計		DC 0～150V	DC 0～150V
インバータ出力電圧計		AC 0～300V	AC 0～300V
インバータ出力電流計		AC 0～10A	AC 0～15A
回転速度計		0～2500rpm	0～2500rpm
インバータ出力周波数計		0～90Hz	0～90Hz
発電機出力電圧計		DC 0～150V	DC 0～150V
発電機出力電流計		DC 0～15A	DC 0～30A
発電機界磁電流計		DC 0～2.5A	DC 0～3A
三相 200V 電源遮断器		30AF/10AT 3P	30AF/15AT 3P
直流 100V 電源遮断器		30AF/3AT 2P	30AF/3AT 2P
単相 100V 電源遮断器		30AF10AT 2P	30AF/10AT 2P
負荷遮断器		30AF/20AT 2P	30AF30AT 2P
三相 200V 電源表示灯		AC 200V LED	AC 200V LED
直流 100V 電源表示灯		DC 100V LED	DC 100V LED
単相 100V 電源表示灯		AC 100V LED	AC 100V LED
VVVF インバータ		200V 2.2kW	200V 3.7kW
発電機用界磁調整器		200W 120Ω A	200W 150Ω A
単相 100V コンセント		接地付ダブルコンセント	接地付ダブルコンセント
ディスプレイ		インバータ	インバータ
		かご形誘導電動機	かご形誘導電動機
		直流(複巻/分巻)発電機	直流(複巻/分巻)発電機
		発電機用界磁調整器	発電機用界磁調整器
電源端子台		600V 50A 定格	600V 50A 定格
キャスタ		φ75 ストッパ付 4 個	φ75 ストッパ付 4 個
ストッパー		前面操作 2 個	前面操作 2 個
寸法	W	1200 mm	1200 mm
	H	1500 mm	1500 mm
	D	700 mm	700 mm
全体質量（約）		210 kg	220 kg

5.実験装置機器配置

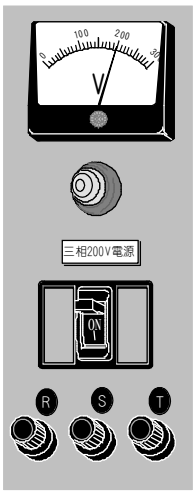


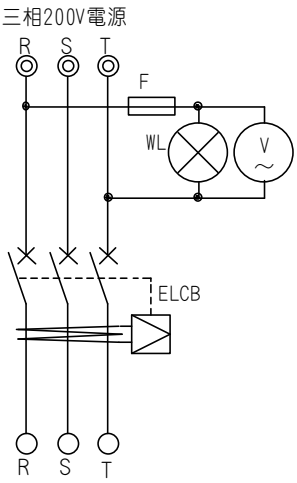
1	キャスター	11	電源表示灯（三相 200V）	21	電流計（発電機界磁）
2	ストッパー	12	電源表示灯（直流 100V）	22	界磁調整器
3	電動機	13	電圧計（三相 200V）	23	電源表示灯（単相 100V）
4	電源端子台	14	電圧計（直流 100V）	24	電源遮断器（単相 100V）
5	インバータ	15	電圧計（インバータ出力）	25	負荷遮断器
6	ディスプレイ（インバータ）	16	電流計（インバータ出力）	26	ディスプレイ（直流発電機）
7	ディスプレイ（電動機）	17	回転速度計	27	単相 100V コンセント
8	インバータ操作パネル	18	周波数計(インバータ出力)	28	直流発電機
9	電源遮断器（三相 200V）	19	電圧計（発電機出力）		
10	電源遮断器（直流 100V）	20	電流計（発電機出力）		

6.盤面取付機器の配線

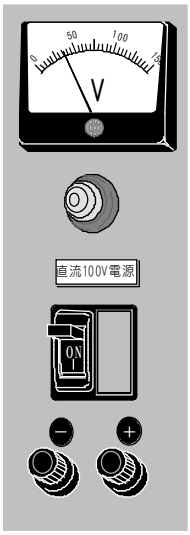
実験装置に取り付けられている機器のほぼすべてについて既に配線が施されています、実験を行う場合は、それぞれの実験端子と各機器間を接続して行います、

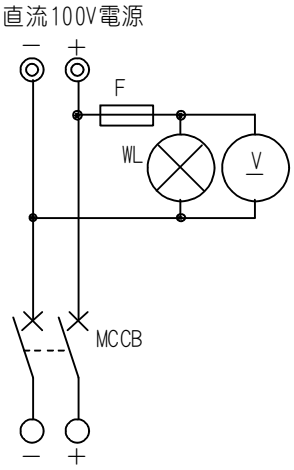
三相 200V 電源



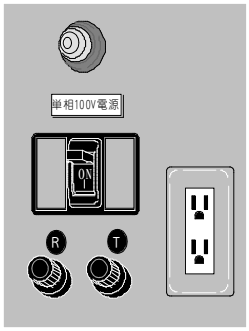


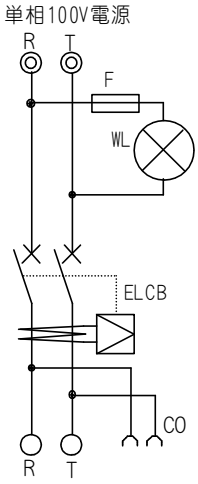
直流 100V 電源



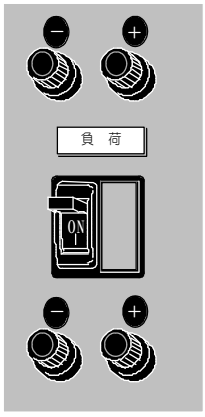


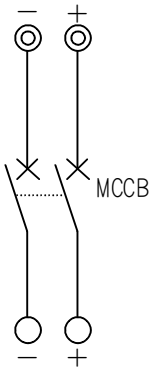
単相 100V 電源



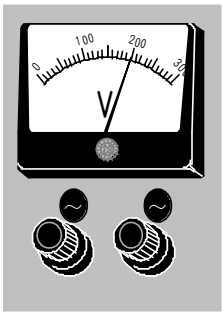


負荷



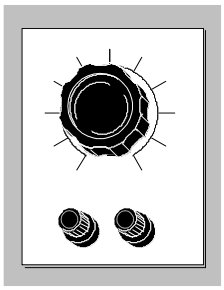


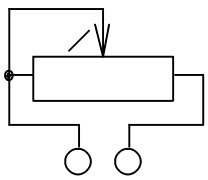
実験用接続計器



他の端子付き計器も同様です。

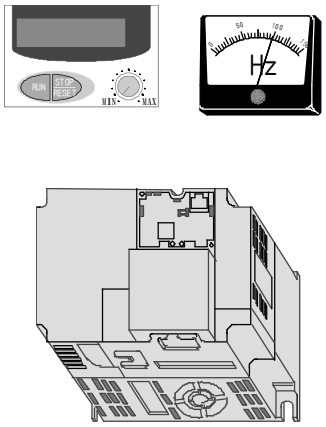
界磁調整器



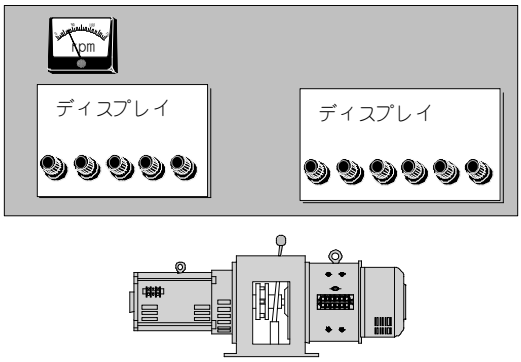


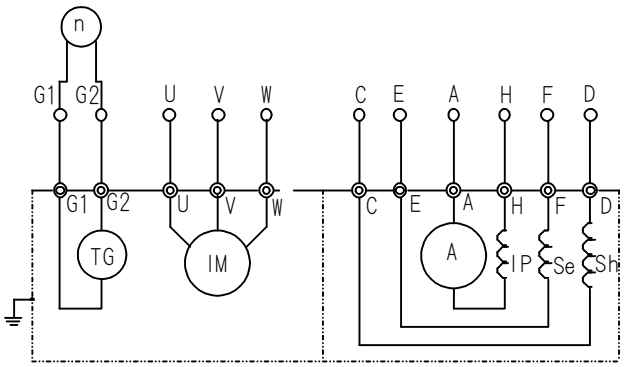
6.盤面取付機器の配線

インバータ



電動発電機

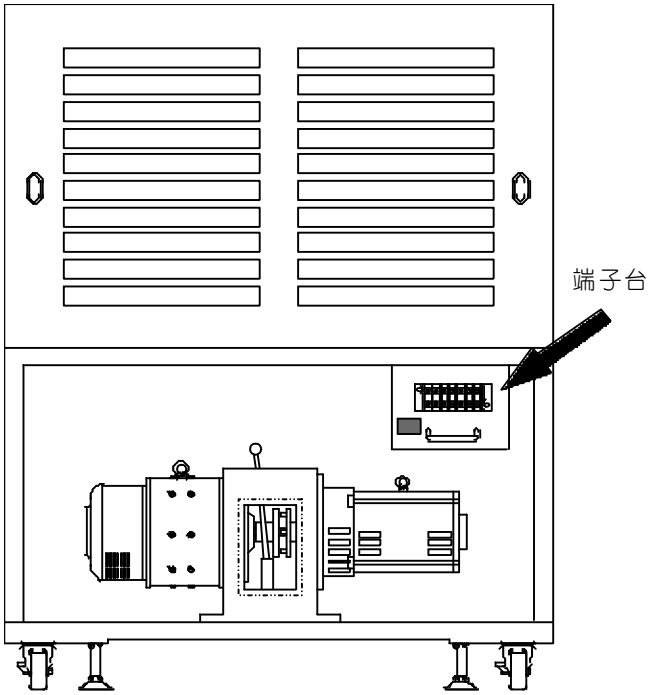




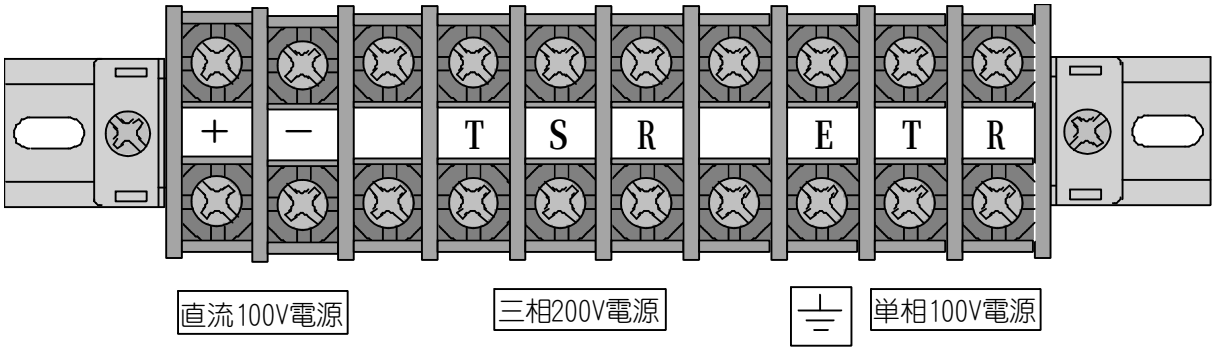
7.電源入力端子台

電源入力端子台には、三相電源（200V または 220V)、直流 100V 電源および単相 100V 電源が接続できます。
それぞれの入力最大電流値は、前項 6.盤面取付機器の配線に示されているように遮断器の定格電流により決定されます。遮断器容量は、4.定格仕様[実験装置盤]に記載されています。
電源供給配線は、電流容量と配線長さによる電圧降下を考慮したサイズの電線を使用してください。
また、接地は感電事故防止のため電気設備技術基準に該当する接地を行ってください。

端子台位置（背面より見た図）



端子台配列（背面より見た図）



定格	
絶縁電圧	600V
適合圧着端子と最大電流	3.5㎟ －30A 5.5㎟ －40A 8㎟ －50A
端子ネジ	M5×12 ± セルフアップ
締め付けトルク	2.2～2.8N・m

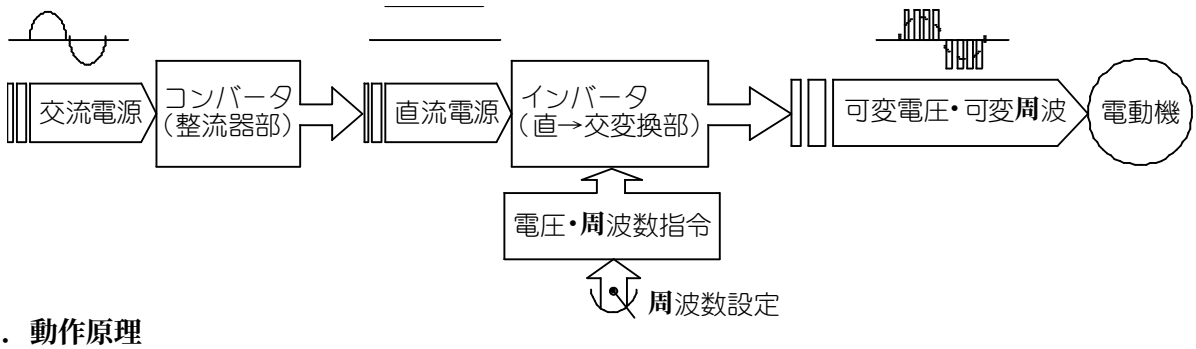
8.インバータ

1．インバータの概要

図 8-1 に示すように、交流を直流に変換することを順変換と呼び、この順変換を行う装置を順変換装置、コンバータ（converter）と呼んでいます、一般的には整流器または整流回路とも呼ばれています。順変換とは逆に、直流を交流に変換することもできます。この変換を逆変換といい、逆変換装置をインバータ（inverter）と呼んでいます。

インバータは、直流電力を任意の周波数の交流電力に変換する電力変換装置であり、ルームエアコンをはじめ、各種の誘導電動機の速度制御に用いられています。

図 8-1　インバータの概要



2．動作原理

直流電源を 3 個の切換スイッチにより、矩形波の三相交流を発生させることができます。これと同様のことをトランジスタを用いて行うことができます。

図 8-2

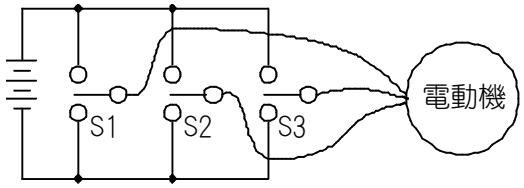
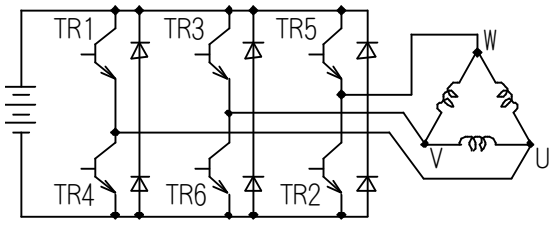


図 8-3

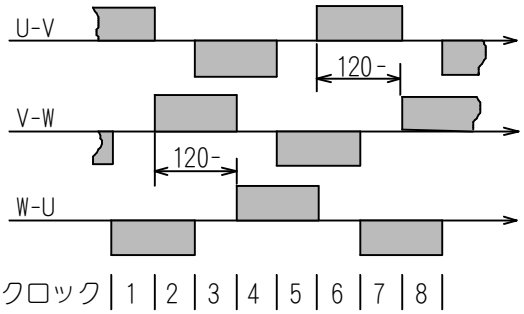


各トランジスタの ON/OFF を表 8-1 の様に行うと、図 8-4 の波形となる三相交流が発生します。
トランジスタにはその動作順序に従ったプログラムにより、ベース回路に信号を送ることでそのスイッチング速度を変化させ、周波数を変えることができます。

表 8-1

		←1 サイクル→							
クロック		1	2	3	4	5	6	7	8
切換シーケンス 1=ON,0=OFF	TR1	1	1	1	0	0	0	1	1
	TR2	0	1	1	1	0	0	0	1
	TR3	0	0	1	1	1	0	0	0
	TR4	0	0	0	1	1	1	0	0
	TR5	1	0	0	0	1	1	1	0
	TR6	1	1	0	0	0	1	1	1
U,V,W 相の電位 E=HI	U	E	E	E	0	0	0	E	E
	V	0	0	E	E	E	0	0	0
	W	E	0	0	0	E	E	E	0
電位差	U-V	E	E	0	-E	-E	0	E	E
	V-W	-E	0	E	E	0	-E	-E	0
	W-U	0	-E	-E	0	E	E	0	-E

図 8-4



３．パルス幅変調（PWM）

前記による矩形波の三相交流では、周波数を変えることはできますが直流電源が一定なら交流出力電圧を変化させることはできません。このため電圧を変える方法として半サイクル中の幅の異なる正または負の電圧（パルス）を出力する事により電圧を変えることができます。
このような制御法を PWM 制御（Pulse Width Modulation）といい、このような制御を行うインバータを PWM インバータといいます。

図 8-5

30Hz 程度の出力波形例　　60Hz 程度の出力波形例

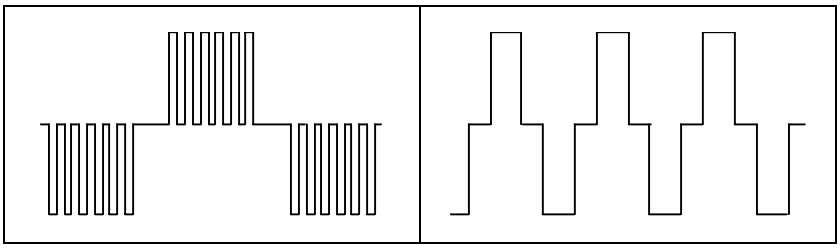
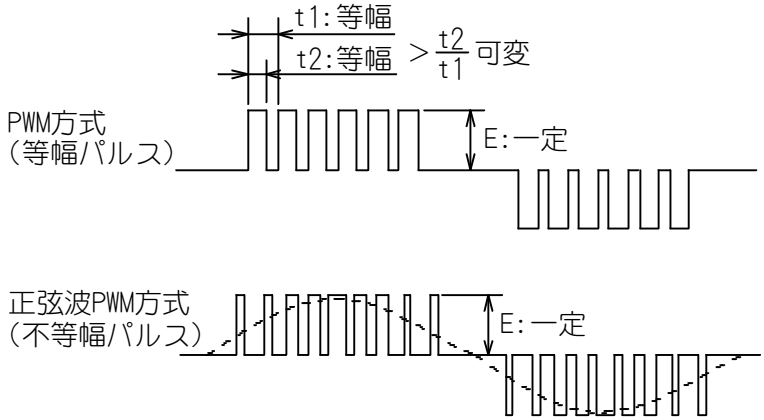


図 8-5 は等幅パルス変調の波形ですが、近年では図 8-6 に示すように出力波形を正弦波に近づけるよう正弦波 PWM 変調を行っています。

図 8-6



４．V/F 一定制御

電動機の内部磁束φは、電動機の誘起電圧を E、周波数を F とすると次式で表される。

$$\phi = k\,\frac{E}{F} \qquad k：比例定数$$

上式において、周波数 F が小さくなると、F に反比例して磁束φは大きくなろうとする。そこで、磁束飽和を防止するため、F を制御すると同時に誘起電圧 E を制御し、E／F を一定にする必要があります。しかし電動機内部の E を制御することは難しいので、実際には電動機の端子電圧 V を制御しています。インバータ制御では、V／F 一定制御が一般的です。
図 8-7 は、V／F を一定に保ちつつ、V と F を同時に制御したときの回転速度 N－トルク T 特性を表します。インバータ制御においてインバータの出力周波数 F を変化させると、N-T 特性はそれぞれ図のように変化します。負荷トルク特性に応じて電動機の定常状態もそれぞれ変化し、同時に回転速度 N

も変化します。このようにして、インバータによる電動機の速度制御が行われます。

図 8-7　V／F 一定制御の N－T 特性

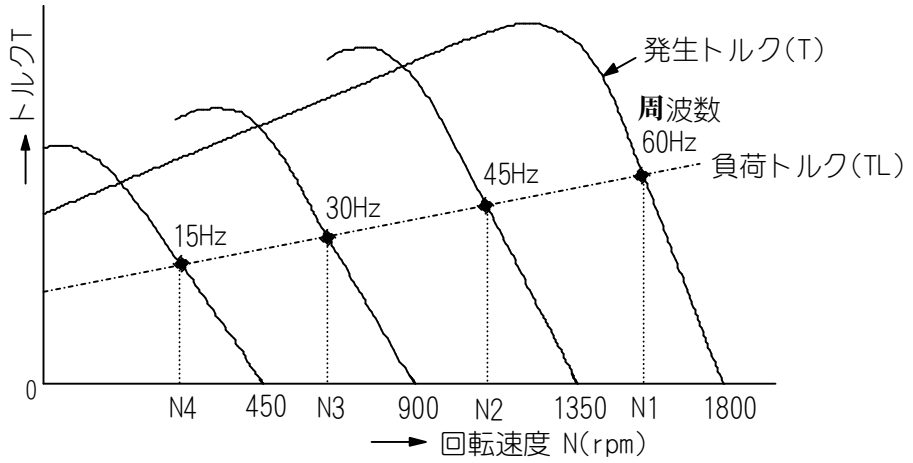
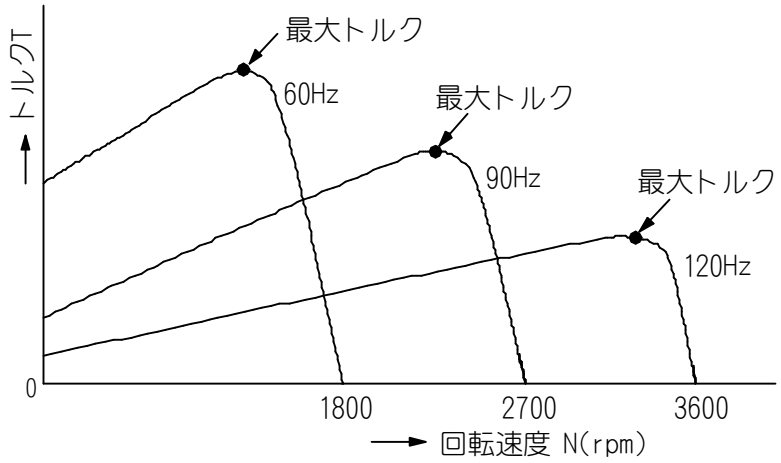


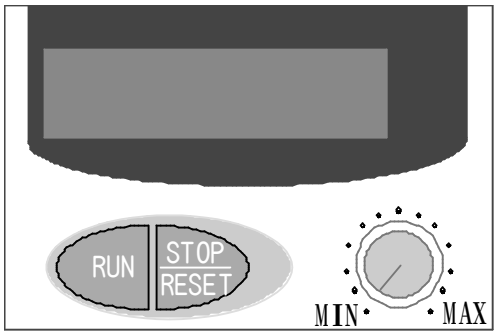
図 8-8　定出力運転の N－T 特性



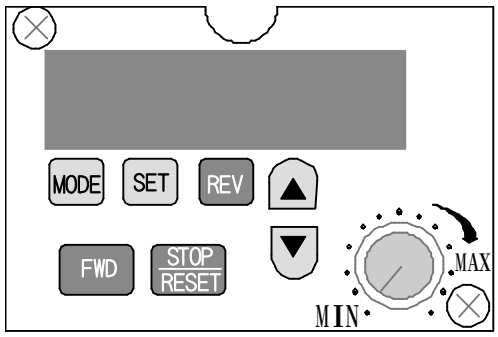
図では F が低下すると最大トルクは小さくなっているが、これは E／F 一定制御ではなく V／F 一定制御であることに起因し、電動機の等価回路における一次インピーダンス降下が無視できなくなるからです。このため、低周波領域で電動機の印可電圧 V の減少率を少なくし、V／F を大きくすることによってトルクの低下を補償することがあります。このような運転を定トルク運転と呼んでいます。
V／F 一定制御において、周波数の上昇によってトルクが減少しないようにするには、V／F の値が一定になるように V を上昇させる必要があります。しかし、インバータの最大出力電圧は決まっているため、たとえば F=60Hz 以上で端子電圧 V は一定となっています。このためインバータの出力周波数が上昇するとともに電動機のトルクは減少します。このような運転方法を定出力運転と呼ぶことがあります。図 8-8 は電動機の定出力運転における N－T 特性を表したもので、最大トルクは周波数の 2 乗にほぼ反比例することがわかります。

5．インバータの操作

図 8-9　操作パネル



カバーを開いた状態



インバータの運転／停止および周波数設定は、操作パネルで行います。
三相電源→インバータ→電動機を接続し、操作パネルの「RUN」ボタンを押すと電動機が指導し始めます。周波数設定ボリュームを調整して周波数をあわせます。
「STOP」ボタンで停止します。
操作パネルのカバーを開くと、各パラメーターを設定できます。

※取扱およびパラメーターの設定については、インバータの取扱説明書を参照してください。

9.三相誘導電動機　[無負荷試験]

誘導電動機の回転速度 N は次式で表されます。

$$N=\frac{120\ f}{P}(1-s)$$　　f＝周波数(Hz)　　P＝極数　　s ＝すべり

また、電動機の回転界磁の回転速度は同期速度 Ns と呼ばれ次式で表されます。

$$Ns=\frac{120\ f}{P}$$　　f ＝周波数(Hz)　　P＝極数

二つの式から誘導電動機の回転速度 N は次のようになります。

$$N=\frac{120\ f}{P}(1-s)=Ns(1-s)$$　　(rpm)

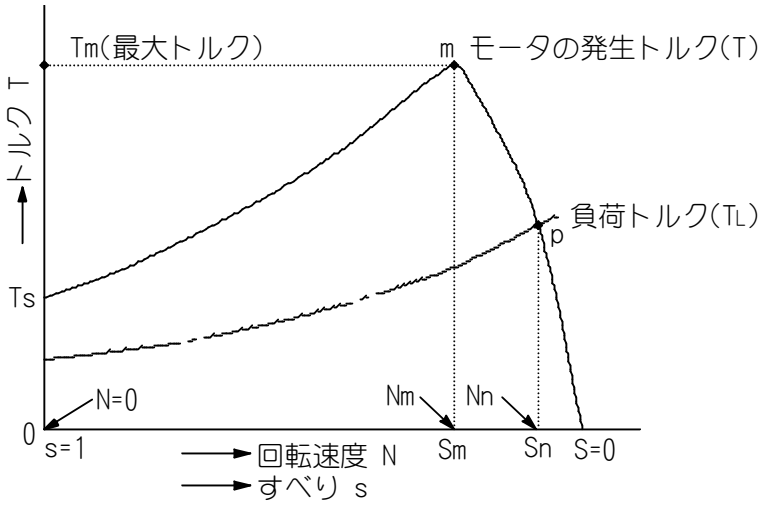
誘導電動機の回転子は、回転界磁を追従するかのように同一方向に回転します。しかし、回転子の回転速度 N は、同期速度 Ns に近い値にはなりますが等しくなることはありません。なぜなら、回転子の速度が同期速度と同一になると回転子は磁束を切らなくなるため誘起電力が発生せず誘起電流が流れないのでトルクが発生しなくなるためです。

回転子に負荷が加わると、N は Ns より遅くなります。この Ns に対する割合をすべり s といいます。

$$S=\frac{Ns-N}{Ns}$$

誘導電動機の回転速度とトルクの関係は図 9-1 のようになります。

図 9-1

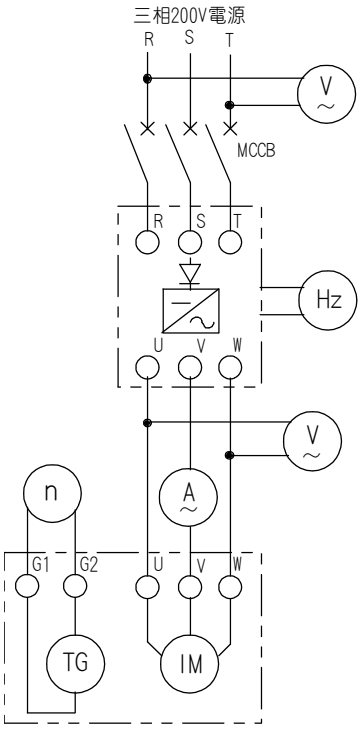


発生トルク T を持つ電動機に負荷トルク TL をつないで起動させると、始動時に小さな起動トルク Ts が発生し回転を始めます。電動機は T と Tl との差のトルク(T－Tl)によって加速し回転速度 N が上昇します。N が上昇し T が最大トルク Tm を過ぎると T は右下がりとなり T＝TL となる点 p で定常状態となります。

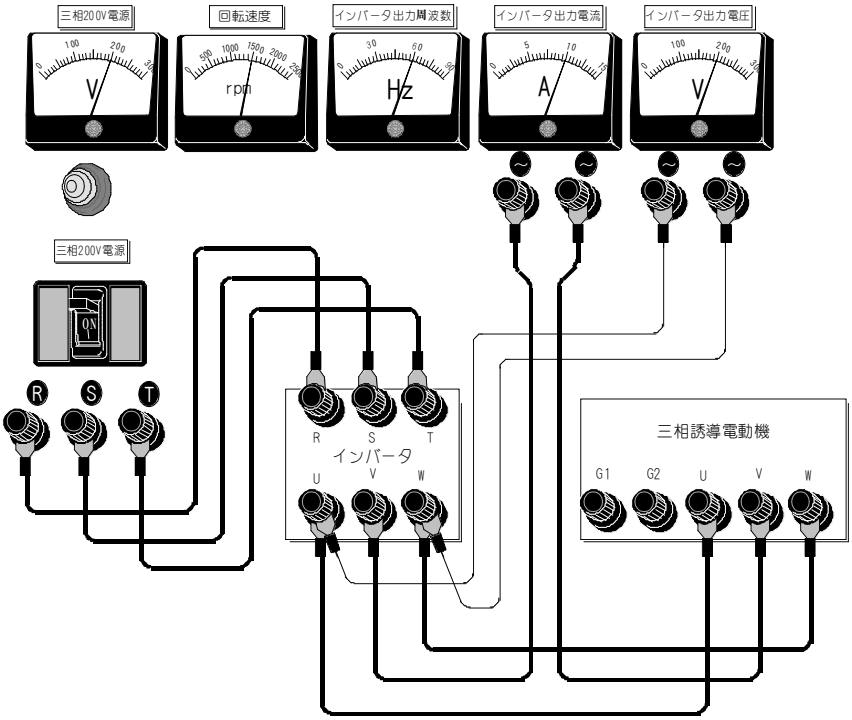
最大トルク発生時のすべりを Sm、定常状態時のすべりを Sn、同期速度でのすべりを S=0 とすると、Sn は Sm と s=0 の間にあり、S=0 から Sn まですべりが変化するとトルクはほぼ比例的に増加します。

9.三相誘導電動機　[無負荷試験]

■配線図



■盤面配線図



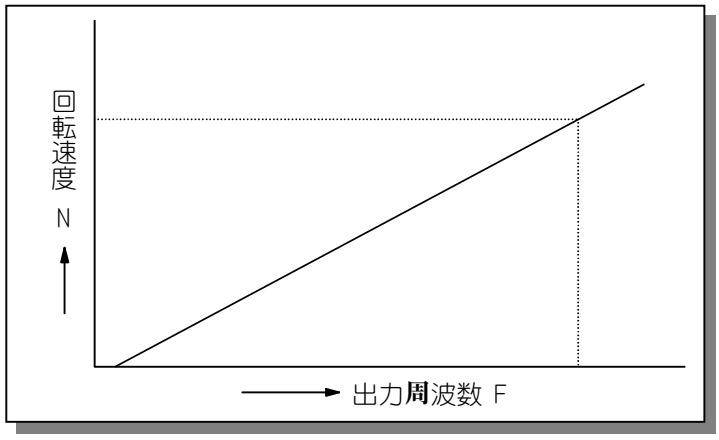
■実験順序

1．面配線図を参考として結線します。
2．三相 200V 電源遮断器を投入します。
3．インバータ操作パネルの周波数調整ボリュームを MIN 側いっぱいにします。
4．操作パネルの「RUN」スイッチを押します。
5．周波数調整ボリュームを MIN 側から除々に右回転させるとインバータ出力電圧計とインバータ周波数計が 0 から上昇し、電動機が回転を始めます。
6．回転速度 N(rpm)とインバータ出力周波数 F(Hz)を測定し、表 9-1 に記録します。
7．インバータの出力周波数が 75Hz 程度になるまで上昇させ記録します。
8．「STOP」ボタンを押して停止させます。このとき回生ブレーキがかかる様子を観察します。
9．三相 200V 電源遮断器を解放します。
10．表 9-1 に記録した測定結果より図 9-2 のグラフを描きます。

表 9-1

出力周波数 F (Hz)	回転速度 N (rpm)

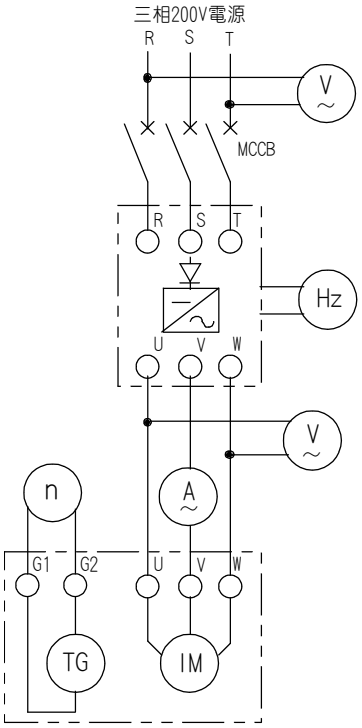
図 9-2



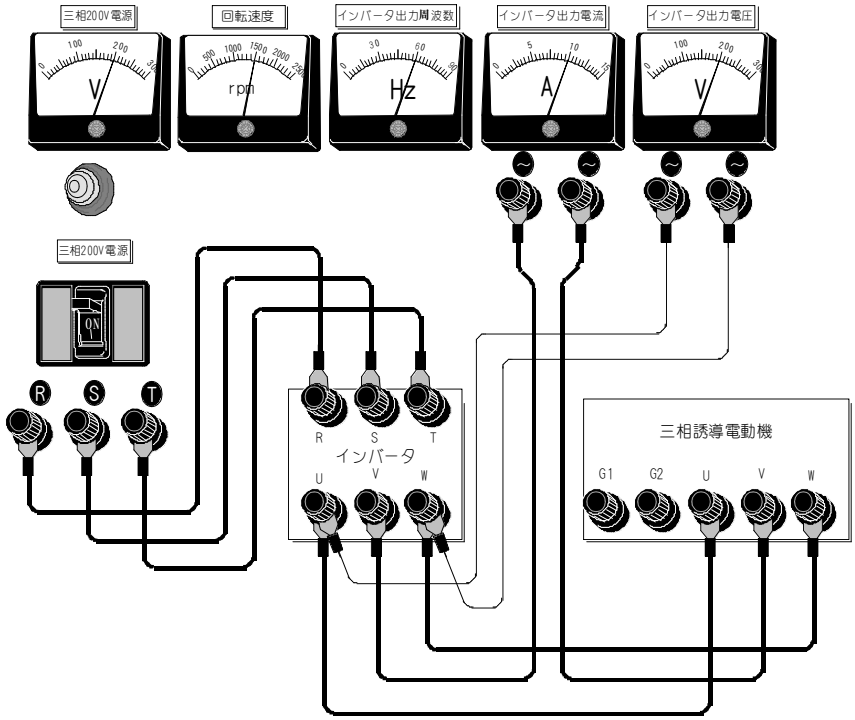
10.三相誘導電動機　[負荷試験]

インバータで駆動する三相誘導電動機に負荷を掛けたときの回転速度特性を試験します。
20Hz から 60Hz 程度まで 10Hz ステップの周波数毎にインバータの出力周波数を一定とし、負荷を変化させます。
尚、回転数が低い場合負荷とする直流発電機の電圧が上がらず、負荷を十分に掛けられない場合があります。また、直流発電機は回転の変化に対して安定するよう他励式としてください。

■配線図（前項の配線図と同一です）



■盤面配線図（前項の盤面配線図と同一です）



■実験順序

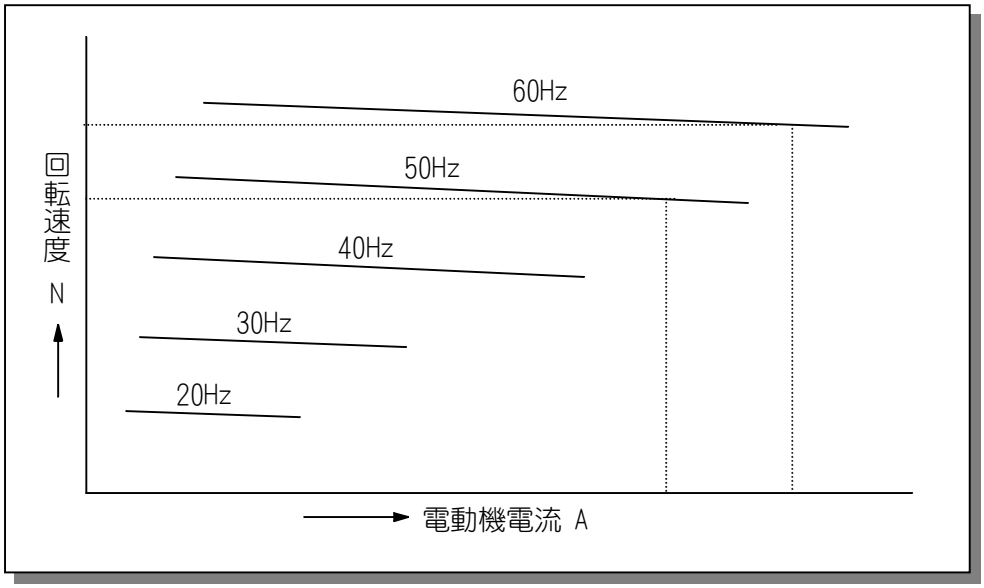
1．　盤面配線図を参考として結線します。
2．　三相 200V 電源遮断器を投入します。
3．　インバータ操作パネルの周波数調整ボリュームを MIN 側いっぱいにします。
4．　操作パネルの「RUN」スイッチを押します。
5．　周波数調整ボリュームを調整し、出力周波数を 20Hz に合わせます。
6．　直流発電機に負荷を掛けながら電動機の回転速度 N とインバータ出力電流 A を測定し、表 10-1 に記録します。
7．　10Hz ステップでそれぞれ測定します。
8．　測定が終了したら、無負荷にして操作パネルの「STOP」ボタンを押し、停止させます。
9．　三相 200V 遮断器を解放します。
10．　表 10-1 に記録した測定結果より図 10-1 のグラフを描きます。

10.三相誘導電動機 [負荷試験]

表 10-1

出力周波数 F (Hz)	回転速度 N (rpm)	電動機電流 A (A)

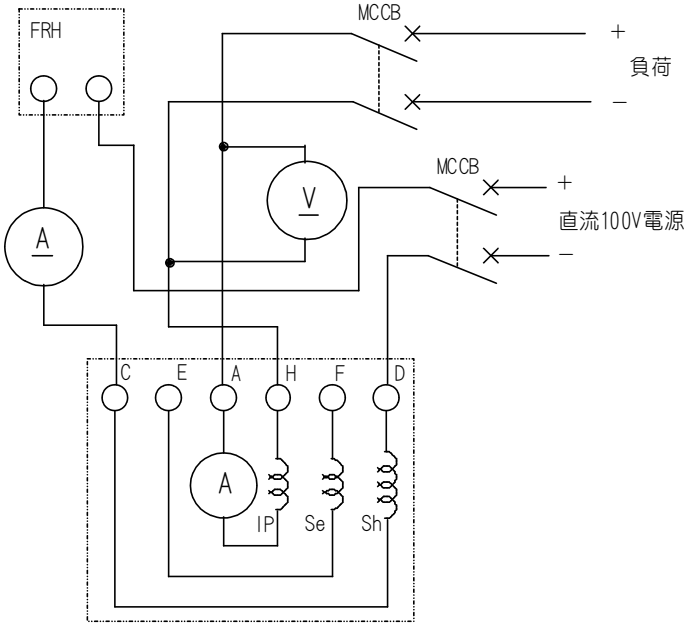
図 10-1



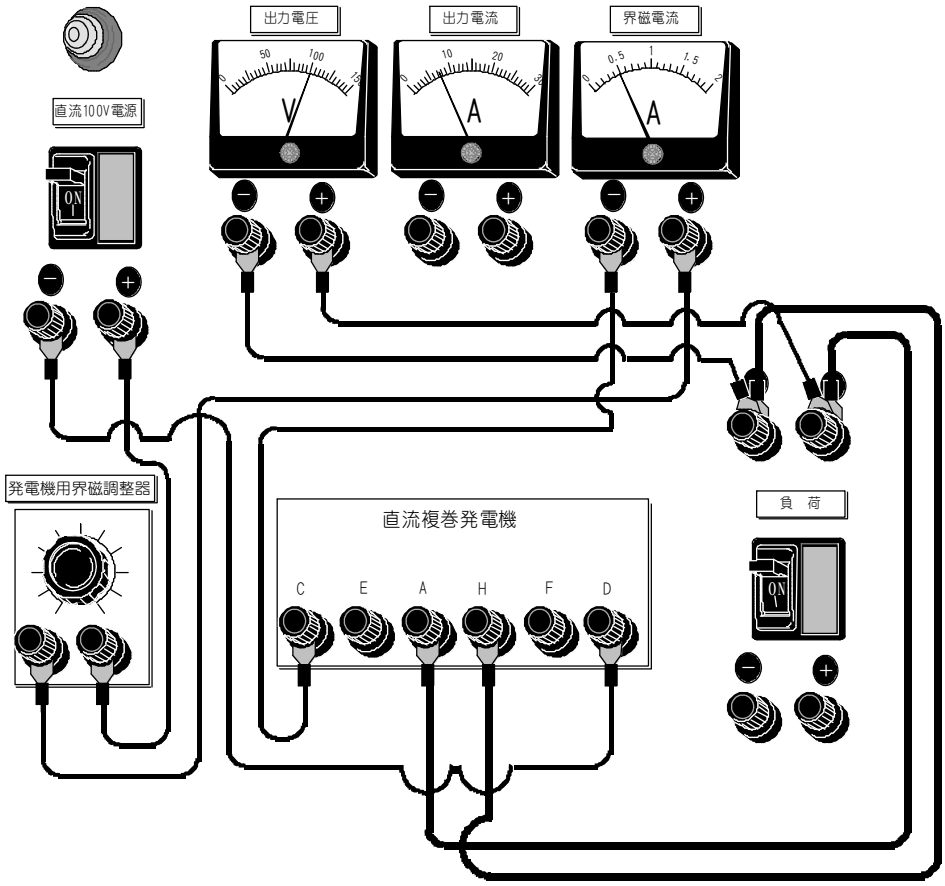
11.直流複巻発電機　[無負荷飽和特性試験(他励)]

直流発電機を他励として、一定の速度で運転し、界磁電流 If(A)を零から順次増加させると、界磁束φはほぼこれに比例する。従って誘導起電力 E(V)も比例して変化するが残留磁気および飽和現象によって界磁電流 If(A)の変化は誘導起電力 E(V)に比例しなくなる。

■配線図



■盤面配線図



11.直流複巻発電機　[無負荷飽和特性試験(他励)]

■実験順序

1．盤面配線図を参考にして結線をします。
2．界磁調整器のハンドルを抵抗最大の位置にします。
3．負荷遮断器が「OFF」になっている事を確認します。
4．電動機を始動し、定格回転速度に調整します。
5．界磁調整器を調整し、界磁電流 If(A)を順次増加させそのときの誘導起電力 E(V)を測定し、表 11-1 に記録します。
6．誘導起電力 E(V)の指示値が 130%～150%になって飽和現象が現れてきたら界磁電流 If(A)を順次
7．減少させ、同じく表 11-1 に記録します。
8．表 11-1 の記録から図 11-1 を描きます。

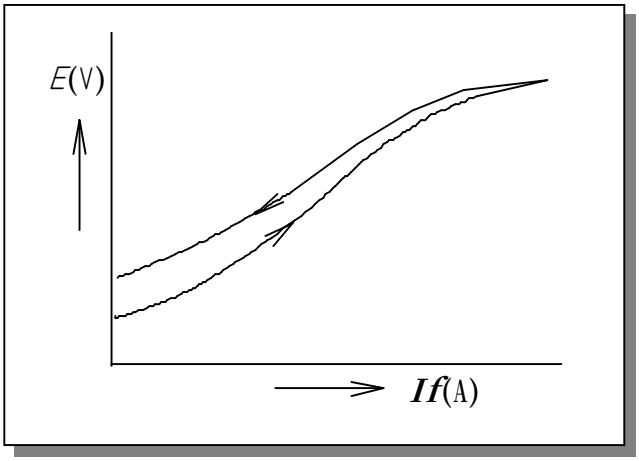
“注意事項“

（1）無負荷飽和特性の試験では、界磁電流 If(A)の増加中は減少、減少中は増加させないでください。
（2）無負荷飽和特性の試験では、回転速度を一定に保ってください。

表 11-1

界磁電流 If(A)	誘導起電力 E(V)

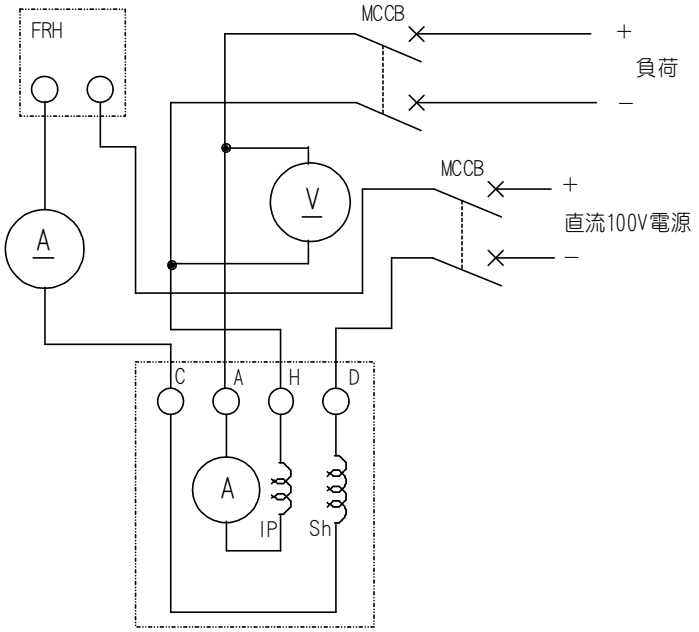
図 11-1



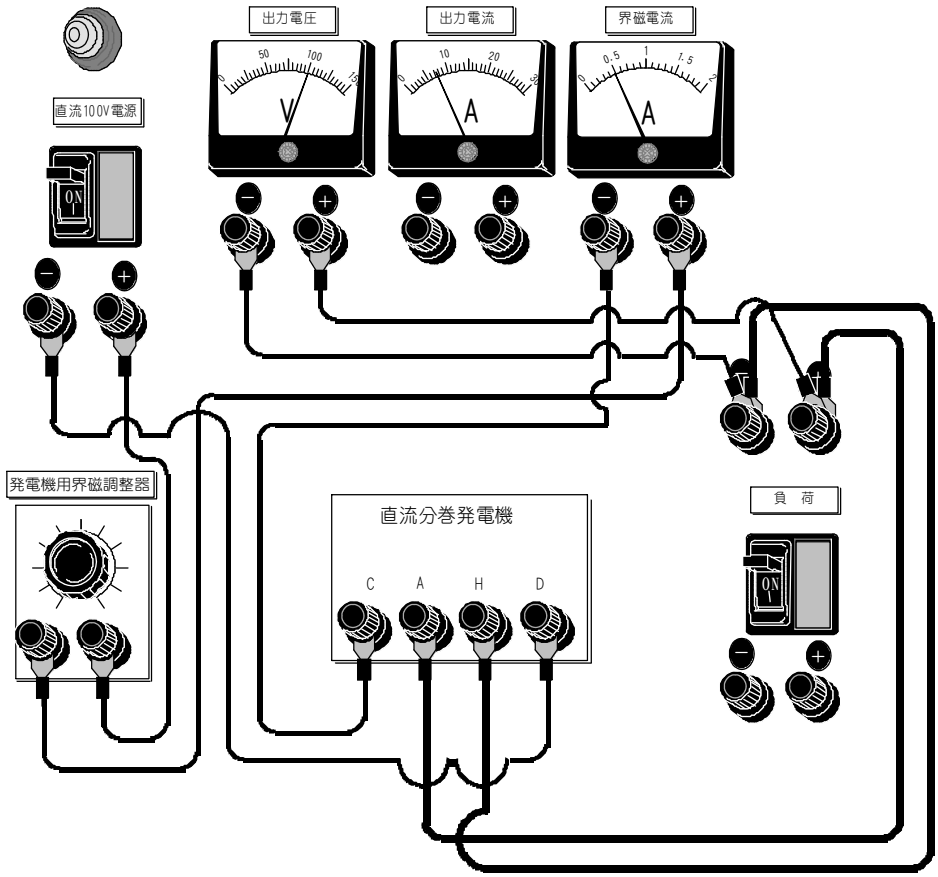
12.直流分巻発電機　[無負荷飽和特性試験(他励)]

直流発電機を他励として、一定の速度で運転し、界磁電流 If(A)を零から順次増加させると、界磁束φはほぼこれに比例する。従って誘導起電力 E(V)も比例して変化するが残留磁気および飽和現象によって界磁電流 If(A)の変化は誘導起電力 E(V)に比例しなくなる。

■配線図



■盤面配線図



12.直流分巻発電機　[無負荷飽和特性試験(他励)]

■実験順序

1．盤面配線図を参考にして結線をします。
2．界磁調整器のハンドルを抵抗最大の位置にします。
3．負荷遮断器が「OFF」になっている事を確認します。
4．電動機を始動し、定格回転速度に調整します。
5．界磁調整器を調整し、界磁電流 If(A)を順次増加させそのときの誘導起電力 E(V)を測定し、表 12-1 に記録します。
6．誘導起電力 E(V)の指示値が 130%～150%になって飽和現象が現れてきたら界磁電流 If(A)を順次
7．減少させ、同じく表 12-1 に記録します。
8．表 12-1 の記録から図 12-1 を描きます。

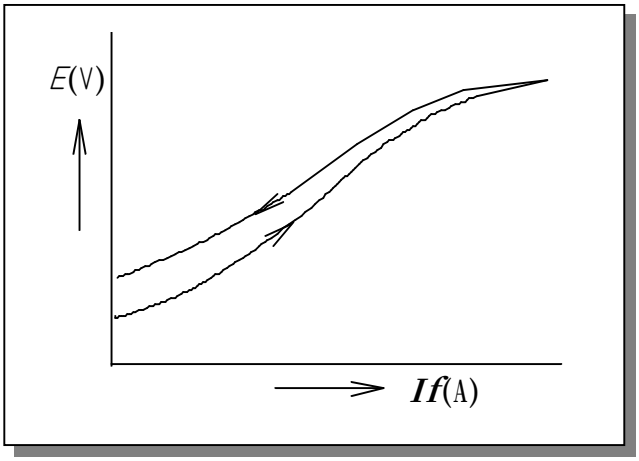
“注意事項“

（1）無負荷飽和特性の試験では、界磁電流 If(A)の増加中は減少、減少中は増加させないでください。
（2）無負荷飽和特性の試験では、回転速度を一定に保ってください。

表 12-1

界磁電流 If(A)	誘導起電力 E(V)

図 12-1



13.直流分巻発電機　[自励特性試験]

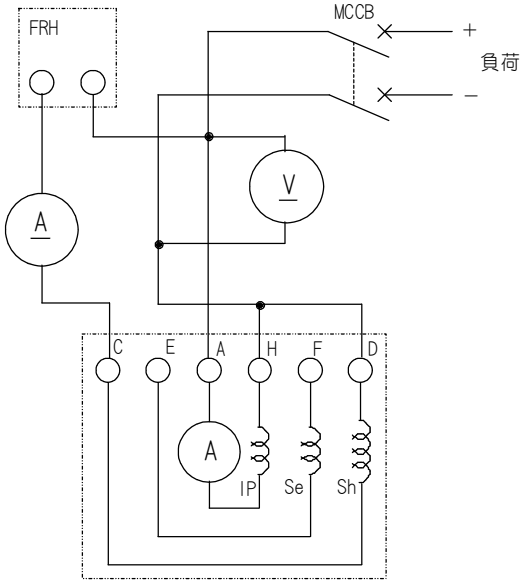
他励式と自励式の場合との界磁抵抗の調整による誘導起電力の変化を調べます。
前項の[無負荷飽和特性試験(他励)]から、界磁回路抵抗 Rf(Ω)を求めます。
（界磁回路電圧 Vf(V)は、DC100V 励磁電源電圧です。）

$$\text{界磁回路抵抗 Rf(Ω)} = \frac{\text{界磁回路電圧 Vf(V)}}{\text{界磁電流 If(A)}}$$

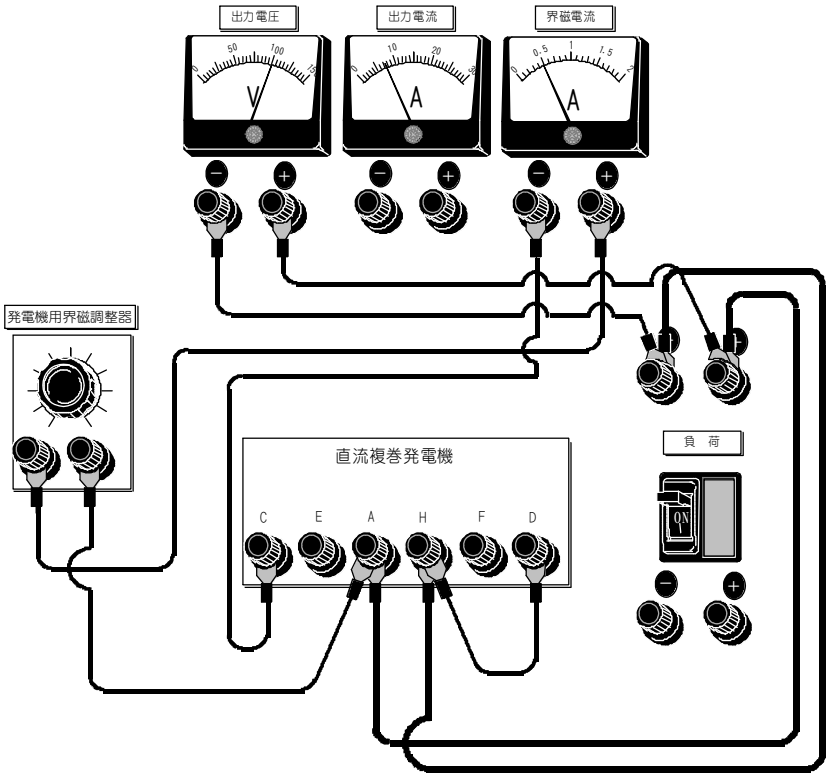
また、自励特性試験を行い、その時の界磁回路抵抗 Rf(Ω)を求めます。

$$\text{界磁回路抵抗 Rf(Ω)} = \frac{\text{誘導起電力 E(V)}}{\text{界磁電流 If(A)}}$$

■配線図



■盤面配線図



13.直流分巻発電機　[自励特性試験]

■実験順序

1．配線図を参考にして結線をします。
2．界磁調整器のハンドルを抵抗最大の位置にします。
3．負荷遮断器が「OFF」になっている事を確認します。
4．電動機を始動し、定格回転速度に調整します。(実験中は、回転速度を一定に保ってください)
5．界磁調整器を調整し、界磁電流 If(A)を順次増加させその時の誘導起電力 E(V)を測定し、表 13-1 に記録します。
6．誘導起電力 E(V)の指示値が 130%～150%になって飽和現象が現れてきたら界磁電流 If(A)を順次減少させ、同じく表 13-1 に記録します。
7．前項[無負荷飽和特性試験(他励)]で行った測定結果より表 13-2 を計算し記録します。
8．表 13-1 および表 13-2 の記録から図 13-1 を描きます。

表 13-1

自励特性

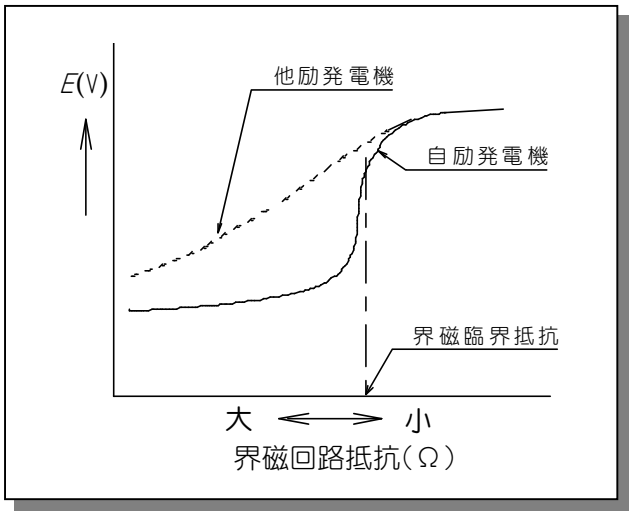
界磁電流 IF(A)	誘導起電力 E(V)	界磁回路抵抗 Rf(Ω)

表 13-2

他励特性

界磁電流 IF(A)	誘導起電力 E(V)	界磁回路抵抗 Rf(Ω)

図 13-1

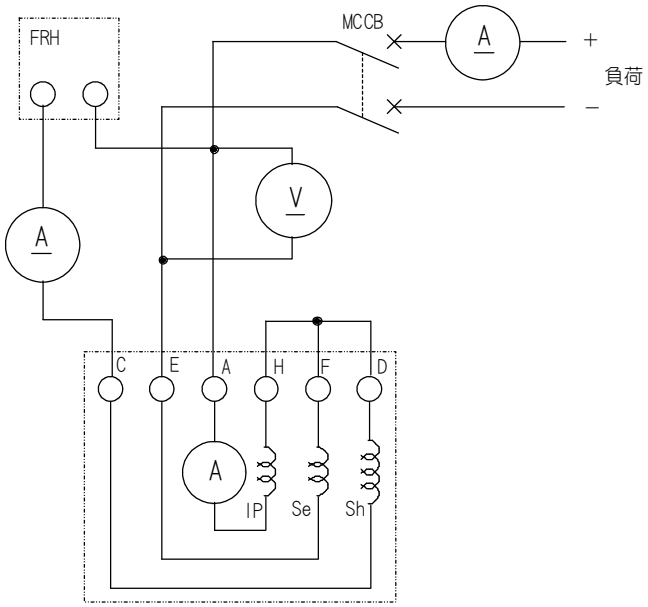


14.直流複巻発電機　[負荷特性試験]

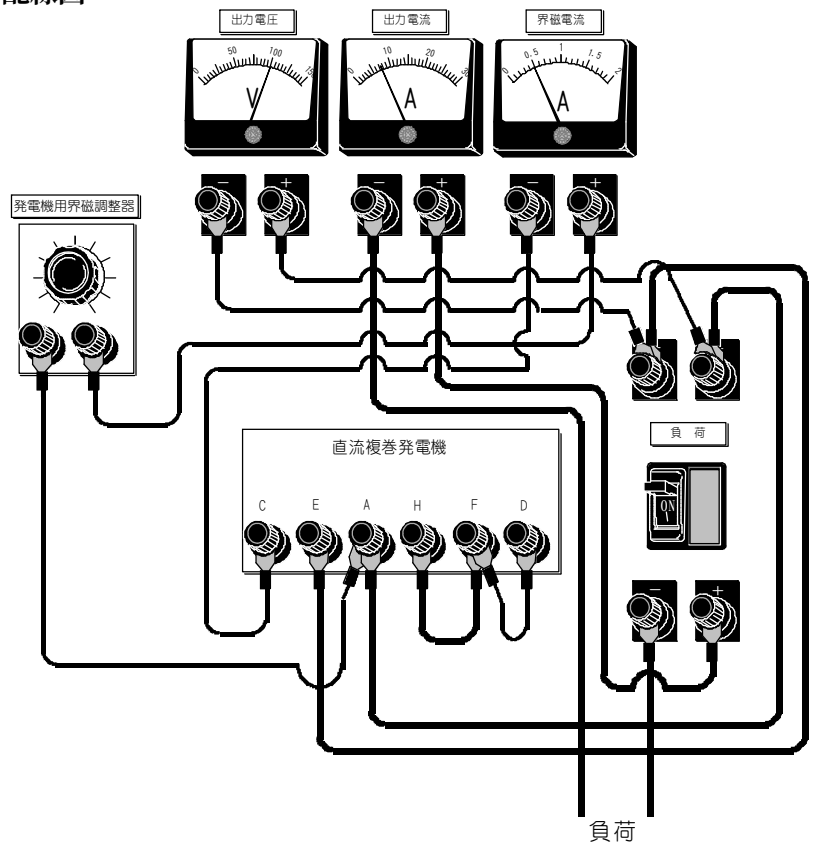
直流発電機の負荷電流 Ia(A)に対する端子電圧 V(V)の変化を求め、その関係を調べます。
直流発電機の電圧降下の主な原因は、電機子巻線抵抗 Ra(Ω)およびブラシ抵抗 Rb(Ω)による電圧降下 (Ra＋Rb)･Ia(V)と電機子反作用による誘導起電力 E(V)の減少 Ea(V)があります。
したがって、直流発電機の端子電圧 V(V)は次のようになります。

V＝E－ {(Ra＋Rb)Ia＋Ea}

■配線図



■盤面配線図



14.直流複巻発電機　[負荷特性試験]

■実験順序

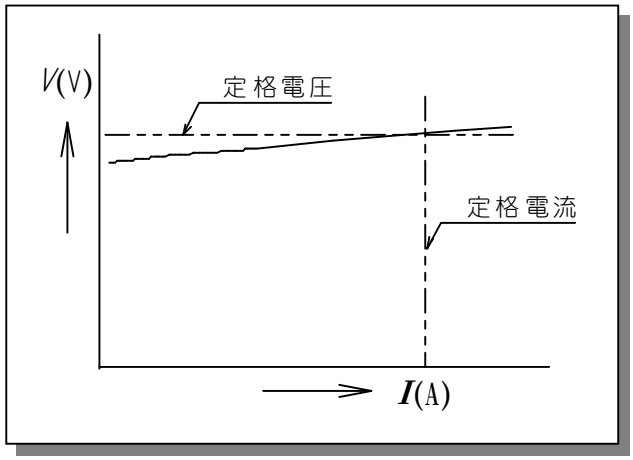
1．盤面配線図を参考にして結線をします。
2．界磁調整器のハンドルを抵抗最大の位置にします。
3．負荷遮断器が「OFF」になっていることを確認します。
4．電動機を始動し、定格回転速度に調整します。
5．負荷遮断器を「ON」にします。
6．負荷および発電機用界磁調整器を調整し、定格負荷電流で定格電圧になるようにします。
7．負荷遮断器を「OFF」にし、この時の端子電圧 Vo(V)を記録します。
8．負荷遮断器を「ON」にし、順次負荷電流を変化させ（0～130%負荷くらいまで）この時の負荷電流 I(A)、端子電圧 V(V)、界磁電流 If(A)を表 14-1 に記録します。
9．表 14-1 から図 14-1 を描きます。
10．電圧変動率を計算します。

$$\text{電圧変動率（\%）} = \frac{\text{無負荷時の電圧 Vo(V)} - \text{定格負荷時の電圧 Vn(V)}}{\text{定格負荷時の電圧 Vn(V)}} \times 100$$

表 14-1

負荷電流 I(A)	端子電圧 (V(V)	界磁電流 If(A)

図 14-1

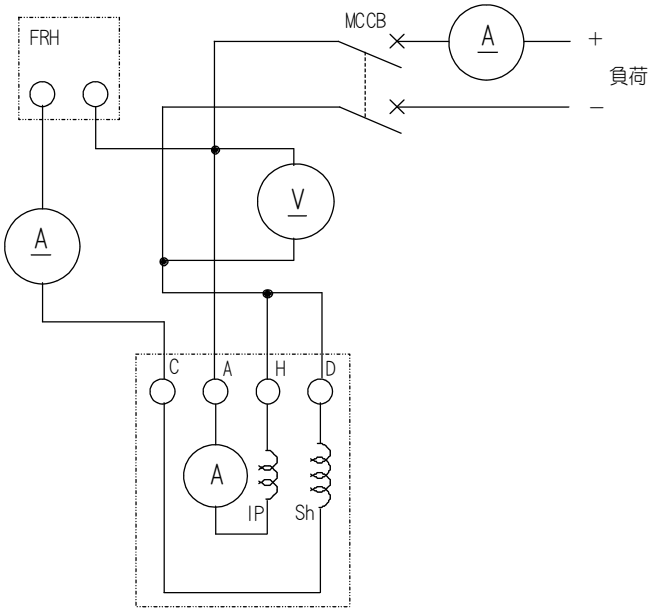


15.直流分巻発電機　[負荷特性試験]

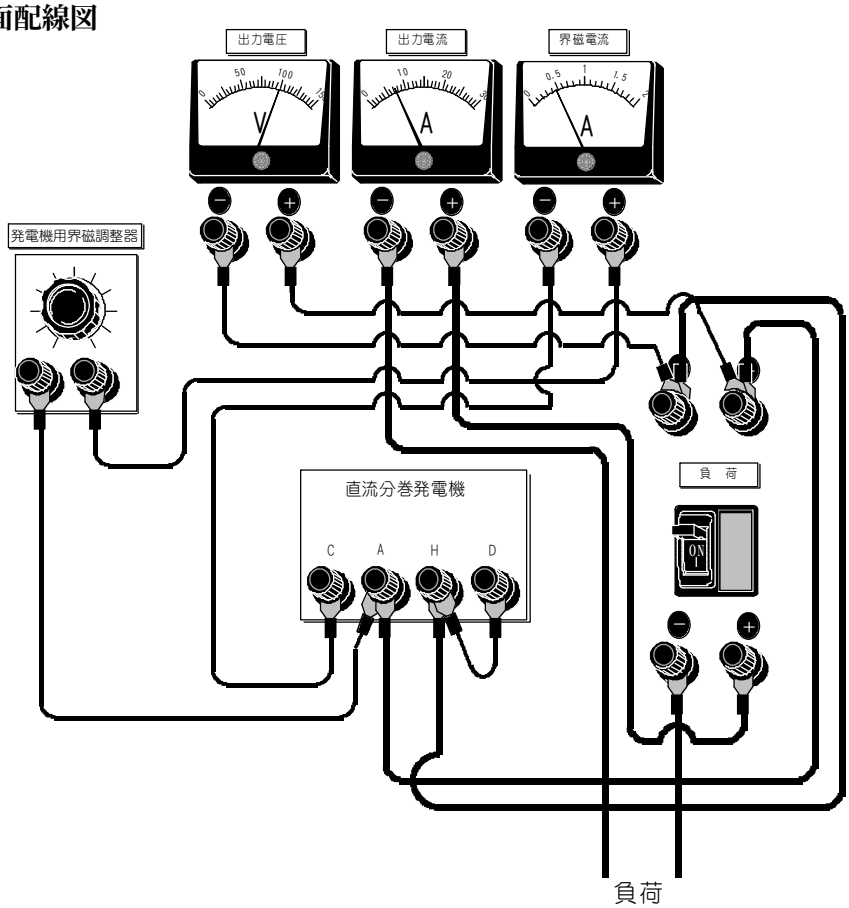
直流発電機の負荷電流 Ia(A)に対する端子電圧 V(V)の変化を求め、その関係を調べます。
直流発電機の電圧降下の主な原因は、電機子巻線抵抗 Ra(Ω)およびブラシ抵抗 Rb(Ω)による電圧降下 (Ra＋Rb)･Ia(V)と電機子反作用による誘導起電力 E(V)の減少 Ea(V)があります。
したがって、直流発電機の端子電圧 V(V)は次のようになります。

V＝E－ {(Ra＋Rb)Ia＋Ea}

■配線図



■盤面配線図



15.直流分巻発電機　[負荷特性試験]

■実験順序

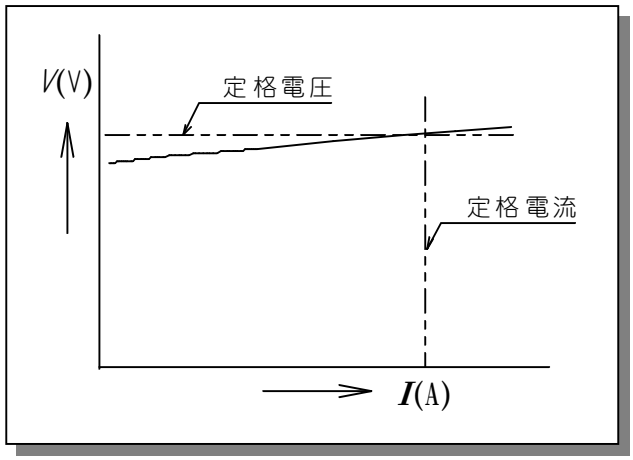
1．盤面配線図を参考にして結線をします。
2．界磁調整器のハンドルを抵抗最大の位置にします。
3．負荷遮断器が「OFF」になっていることを確認します。
4．電動機を始動し、定格回転速度に調整します。（実験中は、回転速度を一定に保ってください）
5．負荷遮断器を「ON」にします。
6．負荷および発電機用界磁調整器を調整し、定格負荷電流で定格電圧になるようにします。
7．負荷遮断器を「OFF」にし、この時の端子電圧 Vo(V)を記録します。
8．負荷遮断器を「ON」にし、順次負荷電流を変化させ（0～130%負荷くらいまで）この時の負荷電流 I(A)、端子電圧 V(V)、界磁電流 If(A)を表 15-1 に記録します。
9．表 15-1 から図 15-1 を描きます。
10．電圧変動率を計算します。

$$\text{電圧変動率（\%）} = \frac{\text{無負荷時の電圧 Vo(V)} - \text{定格負荷時の電圧 Vn(V)}}{\text{定格負荷時の電圧 Vn(V)}} \times 100$$

表 15-1

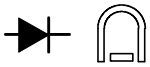
負荷電流 I(A)	端子電圧 (V(V)	界磁電流 If(A)

図 15-1



16.付録 [指示計器の新表示法]

JIS C 1102 の改正に伴い指示計器の表示記号が変更となりました。

表示項目		旧 JIS 表示記号	新 JIS 表示記号	備考
測定量の単位と種類(測定素子数)の分離		A～	A	単位は変更無し 種類は動作原理記号等と同位置に配置
動作原理	可動ｺｲﾙ形			一部見直し
	可動鉄片形			
	整流形			
	ﾄﾗﾝｽﾃﾞｭｰｻ形			
	ﾊﾞｲﾒﾀﾙ形	無し		
測定量の種類及び測定素子数	直流			測定素子数別に分割
	単相交流			
	三相交流		3～	
	三相単測定素子		3～1E	
	三相4線1測定素子		3N～1E	
	三相2測定素子		3～2E	
	三相4線3測定素子		3N～3E	
精度階級		CLASS 2.5	2.5	「CLASS」不要
取付姿勢				変更無し
試験電圧		非表示	②	表示例は、2kV
使用回路電圧表示		LINE MAX.500V	―――	非表示
付属品	分流器	EXT.SHUNT		記号で表示
	直列抵抗	EXT.MULTI		
	外部ﾃﾞﾊﾞｲｽ	EXT.TRANSDUCER		
JIS 規格表示		JIS C 1102		ﾏｰｸのみ表示
別文書		⚠	⚠	変更無し
変成比	変圧器	PT6600:110V	VT6600/110V	
	変流器	CT150:5A	CT150/5A	